Die Virgation der istrischen Falten

von

Dr. **Lukas Waagen.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Februar 1906.)

Unsere Kenntnis von dem Aufbaue Istriens und der Quarnerischen Inseln beruht im wesentlichen auf den Beobachtungen Stache's. Wenn auch früher schon geologische Untersuchungen in dem genannten Gebiete vorgenommen wurden und ebenso Arbeiten ganz jungen Datums Beiträge zu dessen Kenntnis brachten, so war es doch Stache allein, der in systematischer Weise ganz Istrien durchwanderte und geologisch untersuchte und die Resultate dieser Reisen der Öffentlichkeit übergab. Allerdings waren auch diese Studien einseitig, indem sie das Verbreitungsgebiet des Eozäns bevorzugten, und so findet man in den Publikationen, welche in den Jahren 1859 bis 1867 unter dem Gesamttitel »Die Eozängebiete in Innerkrain und Istrien«[1] erschienen, die die einzelnen Mulden trennenden Kreiderücken nur wenig berücksichtigt. Erst in dem bezüglichen Hauptwerke Stache's »Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte«[2] findet sich ein Überblick, der den Gesamtaufbau der istrischen Halbinsel erkennen läßt. Ebenso wurden in einer anderen Arbeit »Die Wasserversorgung von Pola«[3] die geologischen Verhältnisse Istriens in der Einleitung besprochen.

---

[1] Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst., X. Jahrg. (1859), p. 272—332. Zweite Folge: Ibid., XIV. Bd. (1864), p. 11—115. Dritte Folge: Ibid., XVII. Bd. (1867), p. 243—289.

[2] Abhandlungen d. k. k. geolog. Reichsanst., XIII. Bd., Wien (1889).

[3] Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst., XXXIX. Bd., Wien (1889).

Nach dem heutigen Stande der Kenntnisse kann man in Istrien drei Kreideaufwölbungszonen unterscheiden, zwischen welche zwei mit Eozän erfüllte Muldenzonen sich trennend eingliedern. Es ist hier von Zonen und nicht von Sätteln und Mulden kurzweg gesprochen worden, da ein jeder dieser Komplexe, sowohl die Aufwölbungs- als die Muldenzonen, in sich selbst wieder gefaltet erscheinen und nur ein Verhältnis der Relativität zwischen denselben existiert. Der Ausdruck »Muldenzone« ist daher etwa im Sinne von Dana's »Geosynklinale« zu verstehen, wozu als Gegensatz die Bezeichnung »Geoantiklinale« für die Aufwölbungszonen gebraucht werden könnte.

Beginnen wir vom Festlande gegen das Meer hin vorzuschreiten, so muß als innerste Aufwölbungszone die Hochkarststufe genannt werden. Es ist dies zwar in erster Linie eine morphologisch-geographische Bezeichnung, doch immerhin mag dieselbe als handlicher Ausdruck für die Zusammenfassung der einzelnen Glieder, als da sind Tarnowaner Wald, Birnbaumer Wald, Nanos und Schneeberger Waldgebirge (Krainer Schneeberg), auch hier gebraucht werden. Die nordwestlichen Glieder dieser Hochkarststufe wurden in jüngster Zeit erst von Dr. Kossmat geologisch neu kartiert und die bezüglichen Beobachtungen über den Tarnowaner und Birnbaumer Wald sowie über den Nanos in mehreren Arbeiten[1] veröffentlicht. Darnach liegt im Tarnowaner Walde eine Decke von Juraschichten flach auf einem mächtigen Komplexe von Hauptdolomit. Die Karstkalke des Birnbaumer Waldes liegen wieder auf Jura auf und greifen, wie es scheint, stellenweise auch direkt auf die Hauptdolomitenunterlage über. Diese Kreidetafel ist gegen den Tarnowaner Wald abgesunken und gegen dessen Juraschichten fallen die Kreidekalke ein, sich scharf davon abgrenzend. Im Nanos endlich bringen die

[1] F. Kossmat, Vorläufige Bemerkungen über die Geologie des Nanosgebirges. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. (1896), p. 149ff. — Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Adelsberg und Planina. Ibid. (1897), p. 78ff. — Über die geolog. Aufnahmen im Tarnowaner Walde. Ibid. (1897), p. 144ff. — Erläuterungen zur geolog. Karte etc. Blatt: Haidenschaft und Adelsberg (1905).

Kreideschichten das Umschwenken in die normale dinarische Streichrichtung sehr deutlich zum Ausdrucke und, während Tarnowaner und Birnbaumer Wald, wie es scheint, als geneigte Tafeln anzusehen sind, spielt im Nanos die Faltung schon eine größere Rolle. Die Begrenzung dieses nordwestlichen Teiles der Hochkarststufe gegen die Wippacher Mulde wird durch Brüche und Überschiebungen charakterisiert. So ist nordwestlich von Haidenschaft am Absturz des Tarnowaner Plateaus eine randliche Überschiebung von Jura über Eozänflysch beobachtet worden und, wenn die Kreideschichten des Nanos bei Wippach auch flach unter den Flysch einfallen, so wurde bei der weiteren Verfolgung dieses Randes doch immer steilere Aufrichtung der Schichten festgestellt, bis endlich bei Präwald eine prägnante Überkippung sich daraus entwickelt hat.

Die südöstliche Fortsetzung der Hochkarststufe wird von dem Gebirgsstocke des Krainer Schneeberges gebildet. Es ist dies eine der wenigst bekannten Gegenden dieses Gebietes, da dasselbe meines Wissens seit Stache nicht mehr geologisch untersucht wurde und auch dieser sich auf eine Orientierungstour und randliche Kartierungen beschränkte. In seinem Berichte[1] hierüber erwähnt Stache nur: »Der ganze südwestlich vom Hauptzuge gelegene Teil zeigt sich vorläufig nur als den mittleren Schichten der Kreideformation, dem Turonien und oberen Neocomien (soll wohl heißen Cenoman), angehörig; der nordöstliche Teil gehört der Trias.« Dennoch geht aber aus späteren Bemerkungen hervor, daß es sich hier um ein dinarisch gefaltetes und gegen die vorgelagerte Mulde überschobenes Gebirge handelt.

Das zweite tektonische Glied bildet die schon des öfteren genannte vorgelagerte Muldenzone. Am Fuße des Tarnowaner Waldes und des Nanos zieht die Wippachmulde, am Fuße des Schneeberger Waldes die Rekamulde, die beide dem dinarischen Streichen folgen und einander gleichsam fortsetzen. Nur westlich von Adelsberg findet eine Auslenkung gegen NE

---

[1] Stache, Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst., IX. Bd. (1858). Verhandl., p. 112.

statt und dadurch wird auch der Zusammenhang beider Muldengebiete unterbrochen. Eine Darstellung der Wippachmulde wurde von Kossmat in dessen zitierten Erläuterungen zum Blatte Haidenschaft und Adelsberg gegeben. Darnach ist diese Mulde bei Präwald, das ist dort, »wo der überkippte Rand des Nanos am nächsten an das südliche Kreideplateau herantritt, am stärksten zusammengepreßt und zeigt im wesentlichen einen isoklinalen Bau, indem der nordöstliche Flügel, dessen Basalbreccien unter Schuttüberstreuung an wenigen Stellen zu Tage treten, überkippt ist. Weiterhin öffnet sich die Synklinale und wird im NE von einer durch Schichtstellung und Verlauf der Nummulitenbreccien kenntlichen Aufwölbung zwischen Slap und Goče begleitet. Nach dem Untertauchen der letzteren bildet sich eine noch flachere Mulde heraus, welche vom Wippachflusse durchschnitten wird.« In der Gegend von Adelsberg konnte die Tektonik infolge der mangelhaften Aufschlüsse nicht so genau festgestellt werden und es steht nur das eine fest, daß zwischen Kaltenfeld und Präwald zahlreiche randliche Störungen anzunehmen sind.

Dem Gebirgsstocke des Krainer Schneeberges ist im SW die Rekamulde vorgelagert, deren Bau wir wieder aus den Untersuchungen Stache's kennen, der die Resultate derselben in folgenden Worten zusammenfaßt:[1] »Es ergibt sich aus allem bisher Gesagten, daß das Rekagebiet eine gegen NW erweiterte, gegen SE sich verringernde, muldenförmige Einsenkung im Kreidegebirge ist, deren fester Boden und deren Seiten aus den Kalkschichten der ältesten Eozänperiode gebildet ist; daß von diesen Seiten die südwestliche steil aufgerichtet, die östliche gedreht und überkippt ist und die nördliche von den zu Tage tretenden Wellen gebildet wird, durch welche der ganze Boden der Mulde ein unebener ist und daß endlich diese so gebaute Mulde mit dem Alter nach jüngeren, weicheren, durch den von den festen Rändern her bei der Aufrichtung und Überkippung auf das Innere notwendig stattgehabten gewaltigen Druck vielfach gefalteten Sandstein- und Mergelschichten derselben eozänen Tertiärepoche erfüllt ist.«

[1] Stache, Die Eozängebiete in Innerkrain und Istrien, 1. Abhandl. (1859), p. 332.

Ein Vergleich zeigt einen gewissen Parallelismus in dem Verlaufe der Wippach- und Rekamulde. Im SE liegt das Gebiet stärkster Verengung und Überkippung des Nordostrandes, während die Energie des Zusammenschubes gegen NW sich mäßigt und man dort gleichsam eine Austönungszone vor sich hat.

Die zweite Aufwölbungszone wird von jenem Gebirgsrücken präsentiert, dessen Teile von Stache als Triestiner Karst und Tschitschenboden bezeichnet wurden. Sie bestehen aus Kreide und werden nur durch eine Eozänbrücke zwischen Cosina und Basovica, getrennt, welche die östlich dieses Gebirgszuges gelegene Rekamulde mit der westlich gelegenen Doppelmulde von Triest und Pisino verbindet. Diese Aufwölbungszone ist es, welche die eigentliche istrische Halbinsel von dem Hinterlande scheidet und die von den italienischen Geographen[1] einheitlich als »Vena« bezeichnet wird, ein Begriff, der, seit Hellwald[2] etwas modifiziert, auch in der deutschen Literatur Eingang gefunden hat. Der Triestiner Karst scheint im wesentlichen ein wenig gefaltetes Plateau zu sein, das von Längsbrüchen durchsetzt wird und dessen Schichten mit sehr steilen Neigungswinkeln gegen die Umgebung von Triest hinabsinken. Ähnlich scheint der Tschitschenkarst in seinem Nordwestende nur mäßige Faltung aufzuweisen, die sich aber im Verlaufe gegen SE immer mehr verstärkt und nicht nur zu überkippten Falten, sondern auch zu Überschiebungen zu führen scheint. Das südöstliche Ende des Tschitschenbodens streicht in dem Winkel von Abbazia gegen das Meer aus und von dem Baue dieses Endes soll weiter unten gesprochen werden.

Als Vorlage dieses Gebirgszuges sieht man das »istrische Bergland«, die »regione pedemontana« der italienischen Geographen oder die bereits genannte Doppelmulde von Triest und Pisino nach der Bezeichnungsweise Stache's. Zur Doppelmulde wird dieselbe durch jenen Kreidekalkrücken, der von der Punta Salvore über Buje bis in die Gegend von Pinguente

---

[1] Benussi, Manuale di geografia, storia e statistica del Litorale (1885).

[2] Hellwald, Die Halbinsel Istrien. Globus, LX. Bd., p. 81 ff.

zieht und so eine Teilung des Muldengebietes erzeugt. Stache sagt über den Bau dieser Doppelmulde zusammenfassend:[1] »daß das ganze zwischen den zwei großen unteren Kreidegebirgsstufen des istrischen Küstenlandes liegende, gegen NW mit seiner größten Breite gegen das Meer offenstehende, gegen SE durch das Ufergebirge des Monte Maggiore abgeschlossene Eozängebiet von Triest—Pisino zwar eine einzige große muldenförmige Einsenkung im Kreidegebirge bildet, mit steil aufgerichtetem, höher ansteigendem und vielfach gestörtem nordöstlichem Flügel und mit flacher gegen denselben geneigtem, regelmäßiger gebautem, südwestlichem Flügel; daß dasselbe jedoch durch das Hervortauchen einer das Gebiet diagonal durchsetzenden Gebirgswelle des kalkigen Untergrundes, nämlich des Kreidekarstes von Buje derart in zwei muldenförmige Segmente geteilt wurde, daß es jetzt dadurch dem Begriffe einer Doppelmulde entsprechend gestaltet erscheint«.

Der südwestlichste Teil der istrischen Halbinsel endlich wird von dem niedrigen südistrischen Karstlande, auch regione marittima oder Istria rossa genannt, eingenommen. Hier scheinen flache regelmäßige Kreidefalten an dem Aufbaue teilzunehmen, doch ist die Gegend noch nicht hinreichend studiert, um angeben zu können, wie viele Faltenzüge unterschieden werden müssen.

Mit dem Gesagten wäre somit der Aufbau Istriens im wesentlichen skizziert und nun soll der Anschluß an die Inseln des Quarnero einer Besprechung unterzogen werden. Wenn wir dabei den gleichen Vorgang wie im voranstehenden beobachten wollten, müßte wieder mit der Hochkarststufe begonnen werden. Hievon sei aber — vorläufig — Abstand genommen, da, wie gesagt, der Aufbau des Schneeberger Waldgebirges und ebenso dessen südliche Fortsetzung zu wenig bekannt sind.

Die südöstliche schmale Verlängerung der Rekamulde wurde dagegen von Stache einer Untersuchung unterzogen, der sie als »Gebirgsspalte von Buccari« beschrieb und über

---

[1] Stache, Die Eozängebiete in Innerkrain und Istrien. 2. Folge (1864), p. 102.

dieselbe das folgende mitteilte:[1] »Das langgezogene Spaltengebiet von Buccari ist eine direkte, nur durch die geographische Form einer eigentümlichen Wasserscheide getrennte, stark verengte, kluftartige Fortsetzung des zu einer breiteren, faltenförmig überkippten Mulde auseinander gespreizten Eozängebietes der Reka. Es stellt trotz mannigfacher lokaler Abweichungen im Schichtenbau eine lange, im großen und ganzen gegen NE geneigte und zugleich mit der Richtung ihrer nordwest-südöstlichen Streichungsrichtung zum Meeresniveau mehr und mehr sich senkende Falte dar. Diese Falte zerfällt durch quer auf ihre Hauptrichtung streichende Einsenkungen in einzelne kleinere, talförmige Wassergebiete, deren Hauptbäche durch parallele kluftförmige Einsenkungen entweder direkt in das Meer münden, wo der westliche Gebirgskörper nur eine schmale Strandzone bildet, oder in Klüften und in Sauglöchern desselben verschwinden und erst nach Umwegen in Form von Quellen am Meeresufer hervorbrechen, wo derselbe sich zum Innenlandgebiet erweitert.« Mit dieser Verlängerung durch die Gebirgsspalte von Buccari reicht die Rekamulde südöstlich bis in die Gegend von Novi an der kroatischen Küste, wo sie in das Meer hinaus ausstreicht. Der Ausdruck »Spalte«, welchen Stache dieser verlängerten und stark verschmälerten Mulde beilegt, ist sehr bezeichnend, denn es scheint sich hier tatsächlich nicht um eine regelmäßige Synklinale, sondern um eine Art Grabenversenkung zu handeln. Solche fallen aber gewöhnlich als Störungszonen mit Erdbebenlinien zusammen und in der Tat liegt auch der kleine Ort Klana, welcher im Mai 1870 bekanntlich von einem verheerenden Erdbeben heimgesucht wurde, in dieser »Gebirgsspalte von Buccari«. Die Vorgänge, welche sich an diese Erderschütterungen knüpften, wurden von D. Stur[2] und später von R. Hoernes[3] einer genauen

---

[1] Stache, Die Eozängebiete in Innerkrain und Istrien. 2. Folge (1864), p. 32.

[2] D. Stur, Das Erdbeben von Klana im Jahre 1870. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. (1871), XXI. Bd., 2. Heft.

[3] R. Hoernes in »Erdbebenstudien«: Das Erdbeben von Klana 1870. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. (1878), XXVIII. Bd., p. 421 ff.

Untersuchung unterzogen und diese ergab, daß die Hauptstöße entlang der genannten »Gebirgsspalte« sich bemerkbar machten, aber außerdem besonders in deren geradlinigen Verlängerung auf der einen Seite bis Görz, auf der anderen bis Otocac in Kroatien fühlbar wurden. Diese Erdbebenlinie von Klana weist sonach darauf hin, daß die Steilabstürze des Hochkarstes an seiner Südwestseite wohl zum Teile durch Bruch und Absenkung des Vorlandes bedingt sein mögen, während der Muldenrand, wenigstens auf lange Strecken, später wieder überschoben wurde. Auffallender dagegen ist die Verlängerung der Erdbebenlinie bis nach Otocac, weil in diesem Falle die Störungslinie nicht parallel zur Gebirgsstruktur verläuft, sondern dieselbe in spitzem Winkel schrägt und im Relief durchaus nicht erkannt werden kann. Nur in der Einsenkung des Vratnikpasses, östlich von Zengg, in den Gebirgskamm des Velebit, über den die Erdbebenlinie von Klana verläuft, dürfte ein Hinweis auf bestehende größere Dislokationen gesehen werden. Daß aber gerade Klana bei dem genannten Erdbeben vom Jahre 1870 der pleistoseiste Punkt war, mag darin seinen Grund haben, daß in der Gegend von Klana die Gebirgsspalte von Buccari von der Fortsetzung der quarnerischen Hauptbruchlinie getroffen wird, welche die Südostküste Istriens bezeichnet. Noch eine dritte solche Störungslinie kennt man aber; es ist jene, welche von Triest über Adelsberg bis in die Gegend von Laibach und Cilli sich erstreckt. Diese Linie trifft die Klanalinie südwestlich von Adelsberg, wo eine Zersplitterung und teilweise Ablenkung der Bruchlinien aus ihrer Richtung stattgefunden zu haben scheint.

Es ist schon seit Stache's Aufnahmen bekannt, daß die Quarnerischen Inseln als Fortsetzung des Tschitschenkarstes betrachtet werden müssen und daß sonach eine Art Virgation vorliegt, was auch von Sueß in seiner »Entstehung der Alpen« angedeutet wurde. Der Zusammenhang selbst zwischen Festland und Inseln ist aber nicht sichtbar, denn in der quarnerischen Hauptbruchzone ist das Bindeglied niedergebrochen und die bisherigen Kenntnisse gestatteten es nicht, die beiden Enden der Fäden, die hier zerrissen, aufzufinden und wieder zu verknüpfen. Es sei nun der Versuch unternommen, die Leit-

linien vom Tschitschenkarst auf die Quarnerischen Inseln hinaus zu verfolgen.

In seiner »Liburnische Stufe« sucht Stache bereits innigere Beziehungen zwischen dem Tschitschenkarste und den Inseln herzustellen. Wir lesen darüber auf Seite 8: »Man darf auch ohne Bedenken in den mit Eozänmaterial erfüllten Faltenzügen der Insel Veglia divergierende Falten der westlichen Muldenflanke des Reka-Reczinagebietes, im Monte Lyss (rekte Syss) mit dem nördlichen Teil von Cherso die Fortsetzung des Monte Maggiore-Rückens, in Lussin mit dem Monte Ossero und dem mittleren Längsfaltenrest das Wiederauftauchen des südlich abgelenkten Ausläufers des Faltenbodens der Mulde von Pisino, das ist des Monte Goli-Rückens, mit dem Faltengebiet von Santa Lucia wiederzufinden suchen.« Wir wollen nun die bisher erwiesenen Tatsachen mit den voranstehenden Annahmen vergleichen.

Im abgelaufenen Jahre fand ich Gelegenheit, in der Gegend von Fiume bis Abbazia und dann der Küste entlang bis südlich von Albona orientierende Touren zu machen. Dieselben zeigten mir zunächst, daß längs der Nordostbegrenzung des Tschitschenkarstes ein steil aufgewölbter Faltenrücken verlaufe, der zum Teile bis zum Dolomit aufgebrochen ist, den Monte Tersato bei Fiume ebenso wie die beiden Halbinseln am Vallone di Buccari zusammensetzt und als treuer Begleiter der Gebirgsspalte von Buccari in der Gegend von Novi unter dem Meere verschwindet. Dieser Antiklinalzug ist noch fast vollständig am Festlande gelegen und nur die Ostküste des Scoglio San Marco und die kleine Halbinsel Veglias, welche, in den Canale Maltempo vorgeschoben, den Leuchtturm trägt, Pta. Vošica, gehören dem westlichen Schenkel dieses Zuges an.

Von Fiume zieht sich gegen den Berg Vela Straza eine Mulde, die auch zum größten Teile mit Alveolinen- und Nummulitenkalk, im Kerne sogar mit Mergeln des oberen Mitteleozäns erfüllt erscheint. Diese Eozänmulde ist auf Veglia unschwer in der eingesenkten Landbrücke von Porto Voz, dann östlich von Dobrigno bei Valle Murvenica und im Süden der Insel bei Vela- und Mala-Luka wieder zu erkennen. Ich glaube also, nach dem Gesagten der Ansicht Stache's von einer

Zersplitterung der Rekamulde nicht zustimmen zu können, da ja die die Buccarispalte begleitende Kreideaufwölbung bis zu ihrem Verschwinden bei Novi keine Abzweigung von der Mulde erkennen läßt. Die mit Eozänmaterial erfüllten Faltenzüge der Insel Veglia können sonach nicht als »divergierende Falten der westlichen Muldenflanke des Reka-Reczinagebietes« aufgefaßt werden, sondern diese haben ihren Ursprung in dem divergierenden Auseinandertreten der Faltenzüge des Tschitschenkarstes.

Dringt man von Fiume aus weiter vor, um im Grunde des Meerbusens von Fiume, also in der Gegend des Porto Priluka Aufnahmen zu machen, so sieht man dort ein deutliches fächerförmiges Auseinandertreten der einzelnen Falten. So zieht ein Dolomitaufbruch, der doch als Aufwölbungsachse betrachtet werden muß, über Castua bis in die Gegend von Cantrida, ein zweiter erreicht im Grunde des Porto Priluka das Meer, ein dritter endet bei Abbazia und endlich ein vierter wurde über Veprinaz bis gegen Ičiči verfolgt. Das Streichen dieser Züge weicht von der dinarischen Richtung von E nach W fortschreitend immer etwas mehr gegen S ab, so daß sich zwischen den einzelnen Faltenkulissen schmal-dreieckige Felder einschieben, mit der schmalen Basis gegen S gekehrt. Der ausgedehnte Einbruch des Quarnero an dieser Stelle läßt nicht immer eine sichere Verknüpfung dieser Faltenreste mit den Inseln zu. Immerhin scheint nun der Zusammenhang des Castua-Cantridarückens mit der östlichen Kreideaufwölbung der Insel Veglia evident.

Das Stück der Küste zwischen Veprinaz und dem Monte Maggiore konnte noch nicht besucht werden, im übrigen scheint dasselbe aber ziemlich kompliziert gebaut zu sein. Von Krai aber angefangen streichen die Kreideschichten im wesentlichen der Küste parallel, sie sind also aus der dinarischen Richtung bereits über S bis gegen SSW abgelenkt. Mit diesem Streichen sieht man auch die Kreideschichten — im allgemeinen eine Falte — in der Gegend von Albona eintreffen. Südlich dieser Stadt aber, in dem Gemeindegebiete von Chermenizza, kann man schrittweise eine scharfe Drehung des Streichens beobachten, bis wieder die dinarische Richtung erreicht ist,

und die Kreidefalte ruhig über die Berge Ostri und Goli zieht, um südlich von Skitaca unter die Fluten des Quarnero zu tauchen. Dieses Streichen weist nun allerdings auf den Scoglio Levrera und die Insel Lussin und ich muß Stache vollkommen recht geben, der in dem Monte Ossero ein Wiederauftauchen dieser Falte erblickt.

Mit dem Gesagten wäre bisher einerseits erwiesen, daß der Tschitschenkarst mit stark divergierenden Falten an die quarnerische Hauptbruchlinie herantritt, andrerseits wäre die mögliche Anknüpfung der Falten von Veglia und Lussin gezeigt. Wenn man aber die istrische Küste einer genaueren Untersuchung unterzieht, so gewahrt man gar bald, daß die Chermenizza-Umbeugung der Kreideküstenfalte zwar die deutlichste, aber durchaus nicht die einzige ist. So ist gleich der benachbarte Porto Rabaz als an die Stelle einer niedergebrochenen Antiklinale getreten anzusehen, von welcher nur mehr Reste der beiden Flügel erhalten sind, des Ostflügels in der Punta S. Andrea, des Westflügels in der längeren Punta Lunga. Diese beiden nach S strebenden, einander so nahe parallel verlaufenden Äste lassen sich einerseits, wie schon gesagt, im Zuge des Monte Ossero auf Lussin und andrerseits in dem fast vollständig ausgewaschenen Dolomitzuge der Cavanella von Ossero und den anschließenden Halbinseln wiedererkennen.

Wandert man längs der Küste wieder gegen Lovrana—Abbazia zurück, so ist der nächste von der Küstenkette gegen S abzweigende Ast in der Punta Masnak bei Fianona zu sehen, welcher auf der Insel Cherso in der Punta Pernata wieder auftritt, um von hier aus diese Insel an ihrer Westküste zu begleiten und erst an deren Südende im Porto Bokinić in das Meer auszustreichen.

Endlich ist noch ein vierter solcher Ast, der nach S abzweigt, an der istrischen Küste zu unterscheiden, und zwar endet dieser an der Draga Santa Marina nördlich von Moschenice, um jenseits des Canale di Farasina sich auf der Westseite Chersos fortzusetzen.

Allerdings läßt die beigelegte Kartenskizze noch eine ganze Reihe von Antiklinalzügen erkennen, deren Anknüpfungspunkte auf dem Festlande — vorläufig wenigstens — noch nicht

bekannt sind. Immerhin ist die Virgation, das fächerförmige Auseinandertreten der Tschitschenkarstfalten, deutlich genug sichtbar, wenn auf dem Festlandsteile auch gerade nur der Ansatz zu dem Fächerbaue erhalten ist. Erst nach S fortschreitend, lösen sich die einzelnen Faltenrücken mehr voneinander los, entwickeln sich die Zwischenfelder zu deutlichen mit Eozänablagerungen erfüllten Mulden. Dieses mit der Entfernung sich verstärkende Auseinandertreten der Faltenzüge bringt es aber mit sich, daß manche Antiklinale sich erst später einschaltet und daher deren Ursprung auf dem istrischen Festlande gar nicht gefunden werden kann. So sieht man eine solche Aufwölbung auf der Insel Cherso, östlich der gleichnamigen Stadt, zunächst als schwache Sekundärfalte in einer Mulde entstehen, im Streichen aber sich zu einem neuen selbständigen Faltenrücken entwickeln. Ähnlich tritt auf der Halbinsel Chersos, östlich von Smergo, sowie auf dem nur durch einen schmalen Meeresarm hievon getrennten Scoglio Plavnik je ein Antiklinalzug zum ersten Male auf. Diese beiden dürften sich zwar ursprünglich weiter nach N erstreckt haben, doch weist ihre schwache Aufwölbung, verbunden mit deren Konvergenz, darauf hin, daß deren Anfangspunkt nicht sehr weit nach N zu verlegen sein dürfte.

Die Verfolgung der einzelnen Faltenzüge ist nicht immer leicht, da dieselben einerseits durch die mehrfachen Einbrüche vollständig zerstückt sind, und da andrerseits in den einzelnen Scoglien häufig nicht die Faltenrücken, sondern bloß Reste des einen oder des anderen Faltenschenkels sich erhalten vorfinden. Dennoch läßt sich der Verlauf der einzelnen Antiklinalen bis zu einem gewissen Grade rekonstruieren. So wurde bereits die Außenfalte vom Monte Goli über Scoglio Levrera auf die Insel Lussin, die folgende Aufwölbung von der Punta Lunga nach Ossero und ebenso die dritte von der Punta Masnak bei Fianona zur Punta Pernata der Insel Cherso und bis zu deren Südende verfolgt. Die nächste Antiklinale, welche am Festlande bei Bersec abzweigen dürfte, streicht im Grunde des Vallone di Cherso in diese Insel ein, umfaßt den Lago di Vrana, um südlich von Punta Croce unter dem Meere zu verschwinden. Nun folgt der Zug, der bei Draga Santa Marina seine

Festlandswurzel besitzt, den westlichen Teil des nördlichen Cherso aufbaut, dann wieder unter dem Meere verschwindet, um westlich der Stadt Cherso neuerlich aufzutreten und diese Insel zu schrägen. Östlich von der Stadt Cherso tritt, wie bereits erwähnt, eine neue Aufwölbung auf, die aber bald wieder die Insel verläßt und deren Fortsetzung erst in dem entlegenen Scoglio Maon gefunden werden dürfte. Am Aufbaue des Nordendes von Cherso beteiligt sich aber noch eine zweite Antiklinale, die an der Punta Jablanac beginnt, doch sehr bald wieder im Meere verschwindet ebenso wie die westliche Antiklinale, so daß der schmale Teil Chersos südlich des Monte Syss der Muldenzone angehört. Bei Smergo quert sie die Osthalbinsel Chersos, verschwindet dann neuerlich unter dem Meere, um dann den westlichen Höhenzug der Insel Pago zu bilden, woran sich aber zum großen Teile bloß der Ostflügel beteiligt. Auf der genannten Osthalbinsel Chersos muß man, wie erwähnt, noch eine zweite Aufwölbung unterscheiden, deren Verlängerung im Kap Fronte-Dundo-Zuge der Insel Arbe, ein Rest des Ostflügels im Scoglio Dolin, und deren weiterer Verlauf in dem östlichen Höhezuge der Insel Pago zu sehen ist.

Wenn auch über den Anschluß der dalmatinischen Faltung an das hier besprochene System nichts weiter gesagt werden soll, so möchte ich doch erwähnen, daß all die bisher skizzierten Aufwölbungen ihre Fortsetzung im dalmatinischen Gebiete finden, die äußeren in den Inselbögen, die inneren auf dem Festlande. Die folgenden Züge aber, welche nun gleich erwähnt werden sollen, besitzen eine solche Fortsetzung nicht, sondern sie werden durch die Bruchlinie des Canale della Morlacca abgeschnitten. Diese Antiklinalen sind: Scoglio Plavnik—Tignaro-Zug auf Arbe; westlicher Faltenrücken auf Veglia—Scoglio S. Gregorio—Scoglio Goli; mittlerer Faltenrücken auf Veglia—Scoglio Pervicchio; östlicher Faltenrücken auf Veglia. Die Morlaccabruchlinie aber, wie ich sie kurz bezeichnen möchte, zweigt in der Gegend von Novi von der Klana-Erdbebenlinie ab. Auf ein kurzes Stück entspricht ihr Verlauf noch annähernd dem Streichen, dann aber wendet sie sich gegen S und auf dieser Strecke schneidet sie als schräger Querbruch die genannten Faltenzüge ab. Erst dort, wo diese

Linie neuerlich in die NW—SE-Richtung einlenkt, wird das Vorhandensein eines Bruches weniger bemerkbar. Aber auch diese Morlaccabruchlinie gibt sich als Erdbebenlinie kund und, wenn von derselben auch kein so furchtbares Ereignis wie von der Klanalinie bekannt ist, so werden doch auch die Orte dieser Zone: Zengg, St. Georgen und Jablanac einerseits, Bescanuova und Arbe andrerseits häufig genug von Erdstößen heimgesucht.

Fassen wir nun die bisherigen Beobachtungen, betreffend die Virgation der Falten des Tschitschenkarstes zusammen, so sehen wir im Grunde des Meerbusens von Fiume deutlich Ansätze zu einem fächerförmigen Auseinandertreten der Ketten. Diese Tendenz verstärkt sich gegen S und es schalten sich zum Teile mit Eozän erfüllte Mulden zwischen die Faltenzüge ein. Der am meisten gegen außen gelegene Ast ist der längste; er streicht gegen SSE und bildet die istrische Küste längs des Quarnero. Von ihm zweigen sich wieder mehrere Faltenrücken in dinarischer Richtung ab, welche die äußeren Inselzüge aufbauen. Wenn die Intervalle zwischen den einzelnen Antiklinalen größer werden, schalten sich auf den Inseln neue Aufwölbungen ein, die sich als selbständige Züge weiter fortsetzen. Die äußeren Züge dieser Virgation setzen ohne Unterbrechung auf die Inselreihen und das Festland von Dalmatien über, während die inneren Züge am Morlaccabruche abstoßen. Ebenso ist die östliche Begrenzung dieses Fächers durch einen Bruch, die Erdbebenlinie von Klana, gegeben, während die einzelnen Strahlen nahe ihrem Scharungspunkte durch die quarnerische Bruchlinie abgeschnitten erscheinen.

Anschließend an die Darstellung der Virgation der Tschitschenkarstketten, seien jene Erscheinungen in den angrenzenden Gebieten erwähnt, deren Entstehung durch die besprochene Virgation verursacht wurden. So sieht man, wie die Doppelmulde von Triest—Pisino, welche dem Tschitschenkarste direkt vorgelagert ist, durch die Ausstrahlung der quarnerischen Küstenkette von Monte Maggiore angefangen immer mehr verengt, dann in der Gegend von Albona gegen SW aus dem Streichen abgelenkt wird, um sich sodann als schmaler Streif der Umbeugung des Monte Goli-Astes anzuschmiegen und

wieder in das dinarische Streichen einzulenken, so daß sich der Verlauf des am weitesten aberranten Astes des Tschitschenkarstes in der östlichen Umrandung der Doppelmulde genau wiederspiegelt. Interessant ist es dabei, daß sich auch die Tendenz zur Teilung noch auf diese Eozänmulde ausgedehnt zu haben scheint. Denn Stache berichtet, daß in dem genannten Zuge noch vor dem Untertauchen unter den Quarnero, östlich der Punta Ubas — ich selbst fand noch nicht Gelegenheit, diesen Punkt zu besuchen — eine Gabelung desselben eintrete. Und in der Tat sieht man die Fortsetzung des Muldenzuges doppelästig erscheinen. Der innere Ast streicht der ganzen Westküste Lussins entlang, während der äußere auf Unie und den beiden Canidole nachgewiesen werden kann; dagegen ist die Kreideaufwölbung zwischen beiden nur mehr in ganz kleinen Resten vorhanden. Lussin aber hat uns dennoch ein interessantes Stück aus der Grenze zwischen der Tschitschenaufwölbung und der vorgelagerten Mulde bewahrt. Längs des Tschitschenkarstes sind die Kreidekalke meist über den Muldenrand überschoben, südlich von Albona, im Zuge des Monte Goli, sieht man regelmäßige, aufrechte Falten, während auf Lussin die Randfalten wieder stark überkippt sind.

Die Folge der Virgation der Tschitschenkarstketten macht sich aber auch noch weiter im W bemerkbar, und zwar in dem niedrigsten Teile Istriens, der Istria rossa. Wie viele Faltenzüge an dem Aufbaue dieses Gebietes sich beteiligen, ist noch nicht festgestellt, so daß die drei Antiklinalen, welche in beiliegender Kartenskizze sich verzeichnet finden, bloß die Grundzüge des Baues darstellen sollen. Eines aber konnte Stache, wie er in »Die Wasserversorgung von Pola« ausführt, mit Sicherheit nachweisen, nämlich daß die Falten umschwenken und mit südwestlichem Streichen in der Gegend von Pola an das Meer herantreten. Wenn man aber die Punkte der Schichtablenkung gegen SSW miteinander verbindet, so erhält man ungefähr eine Gerade parallel zur quarnerischen Küste und durch diese Anordnung wird der Zusammenhang der Beugung mit der Virgation besonders augenfällig. Das neuerliche Einlenken der Falten in das dinarische Streichen ist im südistrischen Karstlande zwar nicht zu verfolgen, doch muß die

Tatsache verzeichnet werden, daß am Kap Promontore die gewohnte SE-Richtung des Schichtverlaufes wieder angetroffen wurde. Eine Fortsetzung dieser Zone ist nur in den Leuchtturm-Scoglien Porer und Galiola sowie in dem Sockel der Sandinsel Sansego erhalten; alles andere ist niedergebrochen und unter dem Meere verschwunden.

Wir sehen also die istrische Virgation fortwirken bis in die Gegend von Pola, und in dem Umschwenken der Falten gegen SSW in Verbindung mit dem quarnerischen Bruche ist auch die Ursache des eigentümlich spitzen Zulaufens der istrischen Halbinsel gegen S zu suchen. Der weitere Verlauf der einzelnen Faltenzüge gegen SE soll in einer späteren Arbeit verfolgt werden. Hier sei nur noch auf einen Umstand verwiesen, daß nämlich auch die Hochkarststufe, respektive das Schneeberger Waldgebirge in seiner kroatischen Verlängerung eine ähnliche fächerförmige Gestaltung aufzuweisen scheint. Die westliche Randfalte, ein Höhenzug, welcher zum größten Teile die Bezeichnung »Velebit« führt, tritt bekanntlich, wie es auch aus jeder Karte ersichtlich ist, aus der dinarischen Richtung ziemlich weit im Bogen nach W vor und überschiebt dabei wahrscheinlich die Fortsetzung der am Morlaccabruche abgesunkenen inneren Faltenzüge, deren Verlängerung nach der neuerlichen Zurückbeugung des Velebitbogens in der Gegend der Prominamulde wieder zum Vorscheine kommen dürfte. Um jedoch einigermaßen Sicheres hierüber sagen zu können, müßte erst die Größe der Überschiebung am Südfuße des zurücklaufenden Velebitbogens genauer bekannt sein.

Im Gegensatze zu dieser Bogenanlage behält jedoch der östliche Randzug, die große und kleine Kapela, ihr Streichen unverändert bei, so daß zwischen beiden Zügen ein stark verbreiteter Raum entstehen muß, und Tietze[1] berichtet auch, daß er bereits an der Straße von Zengg nach Karlstadt zwischen den beiden Hauptaufwölbungen: Velebit und große Kapela, noch vier geringere Sättel konstatieren konnte. Da-

[1] E. Tietze, Geologische Darstellung der Gegend zwischen Karlstadt in Kroatien und dem nördlichen Teile des Kanals der Morlacca. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst., Wien (1873), XXIII. Bd., p. 27—70.

gegen dürfte dort, wo der Velebitbogen rückverlaufend die Streichrichtung der Kapela wieder trifft, das ist in der Gegend nördlich von Knin, eine Scharung der Faltenzüge konstatiert werden können.

Mit dem Gesagten sind die allgemeinen Kenntnisse von dem Baue der istrischen Faltenzüge erschöpft. Es sei aber gestattet, anschließend noch einiges hinzuzufügen, was aus den bisherigen geologischen Untersuchungen unserer Küstenländer im allgemeinen hervorzugehen scheint. Die Hochkarststufe sendet am Südfuße des Krainer Schneeberges divergierende Ketten aus, die nördlich von Knin neuerlich gebündelt werden dürften. Derselbe Vorgang ist beim Tschitschenkarste, nur über eine größere Fläche hin, zu beobachten. Die Virgation, welche in der Gegend des Mte. Maggiore eintritt, verbreitert sich über die ganzen istrisch-dalmatinischen Inseln und baut den größten Teil von Nord- und Mitteldalmatien auf. Entsprechend aber dem rücklaufenden Velebitbogen gegen Knin, der schließlich annähernd W—O—Streichen anzunehmen scheint, sieht man ein ganz analoges Verhalten der verlängerten Tschitschenkarstfalten in den Inseln Brazza, Lesina und Curzola, so daß in der Gegend etwa nördlich von Metkovich (südlicher Biokovo?) eine Schaarung der Falten anzunehmen ist, die allerdings auch bloß in einer Zusammendrängung der Ketten ohne Faltenverlust bestehen mag. Hingewiesen sei noch darauf, daß das Absinken der Ketten am Morlaccabruche und das Vortreten des Velebitbogens erst nach Beginn der Hauptfaltungsperiode eingetreten sein muß, nachdem die Falten der Prominamulde, nach den Kartierungen Schubert's und v. Kerner's ganz den am Morlaccabruche abgerissenen Zügen zu entsprechen scheinen. Schließlich sei noch besonders darauf aufmerksam gemacht, daß in dem Verlauf dieser Züge somit wiederholt die guirlandenförmige Anordnung der Ketten zwischen zwei Schaarungspunkten ausgeprägt ist, die für das Herantreten eines Kettengebirges an ein Niederland oder an ein Meeresbecken charakteristisch erscheint.